



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 43 856.0

**Anmeldetag:** 20. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Regler und Verfahren zum Betreiben eines Reglers

**IPC:** G 05 B, G 06 F

**I** ngehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
glichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Mai 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

**Wehner**

## Beschreibung

## Regler und Verfahren zum Betreiben eines Reglers

5 Die Erfindung betrifft einen Regler, insbesondere einen Antriebsregler, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Reglers, insbesondere eines Antriebsreglers, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

10 Zum Regeln einer Anlage, insbesondere eines Antriebs, werden einige Funktionen des Reglers dauerhaft und andere Funktionen nur temporär benötigt. Die Funktionen, die dauerhaft benötigt werden, bezeichnet man auch als Grundfunktionen des Reglers. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um eine Stromregelung  
15 oder Drehzahlregelung für zum Beispiel den zu regelnden Antrieb. Die anderen Funktionen, die nur temporär benötigt werden, bezeichnet man auch als Zusatzfunktionen. Bei solchen nur temporär, zum Beispiel während einer Inbetriebnahme, benötigten Zusatzfunktionen kann es sich zum Beispiel um Diagnosetools oder Einrichtttools handeln.  
20

Da einerseits auf dem Regler nur beschränkte Hardware-Ressourcen vorhanden sind und andererseits die Zusatzfunktionen in der Regel von der konkret zu regelnden Anlage abhängig  
25 sind, war es bisher nicht, nur teilweise oder nur mit großem Aufwand möglich, neben den Grundfunktionen zum Beispiel anlagenspezifische oder anwendungsspezifische Zusatzfunktionen in den Regler zu integrieren.

30 Stand der Technik ist aus DE 198 35 416 A1 und WO 01/47099 A1 bekannt.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, einen neuartigen Regler sowie ein neuartiges Verfahren zum Betreiben eines Reglers zu schaffen.

5 Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass der Eingangs genannte Regler durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 weitergebildet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch die Merkmale des Anspruchs 10 gekennzeichnet.

10 Erfindungsgemäß verfügt der Regler über einen ersten Funktionsblock für mindestens eine festinstallierte Reglerfunktion und über einen zweiten Funktionsblock für mindestens eine nachladbare Reglerfunktion. Der zweite Funktionsblock ist während des Betriebs des Reglers nachladbar und/oder überlad-  
15 bar. Hierdurch ist es möglich, während des Betriebs des Reglers und damit ohne Unterbrechung der Regelung eine nur temporär benötigte Zusatzfunktion im Bedarfsfall zum Beispiel aus dem Internet zu laden oder eine bereits geladene, nur temporär benötigte Zusatzfunktion durch eine andere temporär  
20 benötigte Zusatzfunktion zu überladen oder zu überschreiben.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind im ersten Funktionsblock mehrere Echtzeit-Grundfunktionen des Reglers und im zweiten Funktionsblock mindestens eine Echt-  
25 zeit-Zusatzfunktion des Reglers gespeichert und/oder speicherbar, wobei während des Betriebs bzw. der Ausführung der oder jeder Echtzeit-Grundfunktion ohne Unterbrechung derselben die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion in den zweiten Funktionsblock nachladbar und/oder überladbar sowie startbar  
30 bzw. ausführbar ist. Dies ermöglicht einen schonenden Umgang mit den Hardware-Ressourcen des Reglers, da die Zusatzfunktionen nur im Bedarfsfall in den Regler geladen und auch überschrieben werden können.

Vorzugsweise ist eine Laufzeitüberwachungs-Einrichtung und eine Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung vorhanden.

Die Laufzeitüberwachungs-Einrichtung ermittelt die von der  
5 oder jeden Echtzeit-Zusatzfunktion benötigte Rechenzeit, wobei dann, wenn die benötigte Rechenzeit eine vorgegebene Referenzzeit überschreitet, die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

10 Die Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung überwacht Speicheradressen, auf die von der oder jeden Echtzeit-Zusatzfunktion zugegriffen wird, wobei dann, wenn diese Speicheradressen nicht vorgegebenen Referenzspeicheradressen entsprechen, die für die Echtzeit-Zusatzfunktionen reserviert sind,  
15 die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

Durch diese erfindungsgemäße Ausgestaltung des Reglers kann auf einfache Art und Weise sichergestellt werden, dass die Funktionalität der Grundfunktionen des Reglers beim Laden einer Zusatzfunktion nicht beeinträchtigt wird.  
20

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

25 Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung - ohne hierauf beschränkt zu sein - anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

FIG 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Reglers,  
30 FIG 2 ein detailliertes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Reglers,  
FIG 3 ein Diagramm zur Visualisierung der Zeitüberwachungsfunktionalität des erfindungsgemäßen Reglers, und

FIG 4 ein weiteres Diagramm zur Visualisierung der Zeitüberwachungsfunktionalität des erfindungsgemäßen Reglers.

Nachfolgend wird die Erfindung am Beispiel eines Antriebsreglers exemplarisch beschrieben. Selbst dann, wenn die Erfindung bei einem Antriebsregler besonders vorteilhaft verwendet werden kann, so soll die Erfindung auf diesen konkreten Anwendungsfall nicht beschränkt sein.

10 FIG 1 zeigt einen Antriebsregler 1, der mit einem zu regelnden Antrieb, nämlich einem Motor 2, verbunden ist. Gemäß  
FIG 1 ist der Antriebsregler 1 über eine Busverbindung 3 mit einer übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 verbunden. Über die Busverbindung 3 können der Antriebsregler 1 und die  
15 Automatisierungseinrichtung 4 Daten austauschen.

Weiterhin zeigt FIG 1, dass die übergeordnete Automatisierungseinrichtung 4 über eine Internetverbindung 5 mit einer weiteren Automatisierungseinrichtung 6 in Verbindung steht  
20 und über diese Internetverbindung 5 mit der Automatisierungseinrichtung 6 Daten austauschen kann. Wie FIG 1 weiterhin zeigt, kann jedoch auch der Antriebsregler 1 als solcher über eine Internetverbindung 7 mit der weiteren Automatisierungseinrichtung 6 verbunden sein. In diesem Fall würde der Antriebsregler 1 unmittelbar ohne Zwischenschaltung der übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 mit der Automatisierungseinrichtung 6 Daten austauschen.  
25

Mithilfe des Antriebsreglers 1 soll der Motor 2 in Echtzeit  
30 geregelt werden. Die für die Regelung des Motors 2 unbedingt erforderlichen Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 sind hierzu in einem ersten Funktionsblock 8 des Antriebsreglers 1 abgelegt. Bei diesen unabdingbaren Echtzeit-

Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 kann es sich zum Beispiel um eine Stromregelung oder Drehzahlregelung für den Motor 2 handeln. Diese Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 werden zur Regelung des Motors 2 permanent benötigt und sind von maschinenspezifischen oder kundenspezifischen Anforderungen in der Regel weitestgehend unabhängig. Die Echtzeit-Grundfunktionen sind daher im ersten Funktionsblock des Antriebsreglers 1 fest installiert.

10 Häufig ist es vom Anwender gewünscht, dass der Antriebsregler 1 neben den festinstallierten Echtzeit-Grundfunktionen weitere Funktionen realisiert. Hierbei handelt es sich um sogenannte Echtzeit-Zusatzfunktionen, die einerseits nicht über die gesamte Betriebsdauer des Motors 2 hinweg benötigt werden und die andererseits von maschinenspezifischen und kundenspezifischen Anforderungen abhängig sind.

Damit der Antriebsregler 1 auch solche Echtzeit-Zusatzfunktionen neben den Echtzeit-Grundfunktionen realisieren kann, verfügt der Antriebsregler 1 erfindungsgemäß über einen zweiten Funktionsblock 9. In den zweiten Funktionsblock 9 sind eine oder mehrere Echtzeit-Zusatzfunktionen im Bedarfsfall während des Betriebs des Reglers und damit während der Ausführung der Echtzeit-Grundfunktionen ladbar.

25

Auch ist es möglich, dass solche Echtzeit-Zusatzfunktionen des Antriebsreglers 1, die aktuell in den zweiten Funktionsblock 9 geladen sind, im Bedarfsfall von einer neuen Echtzeit-Zusatzfunktion überschrieben werden. Der zweite Funktionsblock 9 ist demnach während des Betriebs des Reglers nachladbar sowie überladbar bzw. überschreibbar.

Es ist möglich, dass die Echtzeit-Zusatzfunktionen von der

übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 bereitgestellt und über die Busverbindung 3 in den zweiten Funktionsblock 9 geladen werden. Die übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 kann die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion auch über die Internetverbindung 5 vom weiteren Automatisierungsgerät 6 laden und dann über die Busverbindung 3 an den zweiten Funktionsblock 9 übergeben. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass die Echtzeit-Zusatzfunktionen von der Automatisierungseinrichtung 6 bereitgestellt und über die Internetverbindung 7 unmittelbar vom Antriebsregler 1 in den zweiten Funktionsblock 9 geladen werden.

FIG 1 verdeutlicht das Zusammenspiel zwischen Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 und Echtzeit-Zusatzfunktionen beispielhaft an einem Diagnosetool. So sind, wie bereits oben erwähnt, in dem ersten Funktionsblock 8 festinstallierte Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 abgelegt. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um die Stromregelung oder Antriebsregelung des Antriebsreglers 1. Weiterhin können im Antriebsregler 1 in einem dritten Funktionsblock 10 auch maschinenunabhängige sowie kundenunabhängige Diagnosefunktionen dauerhaft integriert und damit fest installiert sein. Bei solchen maschinenunabhängigen bzw. kundenunabhängigen Diagnosefunktionen handelt es sich zum Beispiel um eine Trace-Funktion oder FFT-Funktion. Mit einer solchen Trace-Funktion sind interne Signale des Antriebsreglers in einem äquidistanten Zeittakt aufzeichnenbar. Eine FFT-Funktion erlaubt es, aus diesen mithilfe der Trace-Funktion aufgezeichneten Messwerten eine Frequenzgangsanalyse anzufertigen. Hierzu müssen die im dritten Funktionsblock 10 des Antriebsreglers 1 festinstallierten Diagnosetools selbstverständlich auf Daten des ersten Funktionsblocks 8, nämlich der Echtzeit-

Grundfunktionen, zugreifen. Dies ist in FIG 1 anhand der Pfeile 11 visualisiert.

Soll nun der Regler 1 neben den maschinenunspezifischen sowie kundenunspezifischen Funktionen, die im ersten und gegebenenfalls dritten Funktionsblock 8 bzw. 10 des Antriebsreglers 1 dauerhaft installiert sind, weitere jedoch maschinenspezifische und damit kundenspezifische Diagnosefunktionen ausführen, so sind diese, wie bereits oben erwähnt, während des Betriebs des Antriebsreglers 1 und damit während der Ausführung der Echtzeit-Grundfunktionen ohne Unterbrechung derselben in den zweiten Funktionsblock 9 nachladbar.

So ist es möglich, dass eine solche Echtzeit-Zusatzfunktion, die in den zweiten Funktionsblock 9 nachgeladen werden soll, auf dem Automatisierungsgerät 6 mithilfe einer Einrichtung 12 erstellt wird und dann entweder unter Zwischenschaltung der übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 oder unmittelbar ohne Zwischenschaltung der Automatisierungseinrichtung 4 über die entsprechende Internetverbindung 5 bzw. 7 in den zweiten Funktionsblock 9 des Antriebsreglers 1 geladen wird. Die in den zweiten Funktionsblock 9 geladene Echtzeit-Zusatzfunktion, die im hier gezeigten Ausführungsbeispiel maschinenspezifische und damit kundenspezifische Diagnosefunktionen ausführt, liefert entsprechende Messwerte über die Internetverbindung 5 bzw. 7 an die Automatisierungseinrichtung 6, die dort in einer Datenbank 13 abgelegt werden. Die Datenbank 13 stellt die in derselben abgelegten Messwerte einer Auswerteinrichtung 14 zur Verfügung. Der Datenaustausch zwischen dem zweiten Funktionsblock 9 bzw. den in dem zweiten Funktionsblock abgelegten Echtzeit-Zusatzfunktionen und dem übergeordneten Automatisierungsgerät 4 bzw. dem Automatisierungsgerät 6 ist in FIG 1 durch Pfeile 15, 16 visualisiert.



Wie bereits mehrfach erwähnt, sind die maschinenspezifischen bzw. kundenspezifischen Echtzeit-Zusatzfunktionen, die in den zweiten Funktionsblock 9 geladen werden, während des Betriebs des Reglers und damit während der Ausführung der Echtzeit-

5 Grundfunktionen in den zweiten Funktionsblock 9 nachladbar.

Die Ausführung der im ersten Funktionsblock 8 festinstallierten Echtzeit-Grundfunktionen sowie gegebenenfalls die Ausführung der im dritten Funktionsblock 10 festinstallierten, maschinenunabhängigen Diagnosetools wird demnach beim Nachladen

10 der maschinenspezifischen Echtzeit-Zusatzfunktionen in den zweiten Funktionsblock 9 nicht beeinträchtigt. Wie FIG 1 ver-

deutlicht, sind zur Ausführung der in den zweiten Funktionsblock 9 nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen jedoch

Schnittstellen zwischen dem ersten Funktionsblock 8 und dem

15 zweiten Funktionsblock 9 sowie dem dritten Funktionsblock 10 und dem zweiten Funktionsblock 9 erforderlich.

So ist es nämlich für die Ausführung der maschinenabhängigen Diagnosefunktionen erforderlich, dass Daten der Echtzeit-

20 Grundfunktionen an den zweiten Funktionsblock 9 zur Ausführung der maschinenspezifischen Echtzeit-Zusatzfunktionen

übermittelt werden. Dies ist in FIG 1 durch einen Pfeil 17

visualisiert. Weiterhin kann es für die Ausführung der in den zweiten Funktionsblock 9 nachgeladenen, maschinenspezifischen

25 Zusatzfunktionen erforderlich sein, Daten mit den im dritten Funktionsblock 10 abgelegten, maschinenunabhängigen Diagnosefunktionen auszutauschen. Dies ist in FIG 1 durch die Pfeile 18 verdeutlicht.

30 Um nun ein Nachladen der Echtzeit-Zusatzfunktionen während des Betriebs der Regelung und damit während des Ausführens der Echtzeit-Grundfunktionen ohne Beeinträchtigung derselben

zu ermöglichen, ist eine Laufzeitüberwachungs-Einrichtung 18 vorhanden.

Mit der Laufzeitüberwachungs-Einrichtung 18 wird sicherge-  
5 stellt, dass die auf dem Antriebsregler 1 standardmäßig ab-  
laufenden zyklischen Funktionen, also die Echtzeit-Grundfunk-  
tionen des ersten Funktionsblocks 8 und gegebenenfalls die  
maschinenunabhängigen Diagnosefunktionen des dritten Funkti-  
onsblocks 10, durch den Rechenzeitbedarf der nachladbaren  
10 Echtzeit-Zusatzfunktionen des zweiten Funktionsblocks 9 nicht  
beeinträchtigt werden.

Um dies zu gewährleisten, ermittelt die Laufzeitüberwachungs-  
Einrichtung 18 die von der oder jeder Echtzeit-Zusatzfunktion  
15 des Funktionsblocks 9 benötigte Rechenzeit, wobei dann, wenn  
die von der oder jeder Echtzeit- Zusatzfunktion benötigte Re-  
chenzeit eine vorgegebene Referenzzeit überschreitet, die  
oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

20 Bei der Referenzzeit handelt es sich um eine bei Inbetrieb-  
nahme des Antriebsreglers 1 festgelegte bzw. parametrierte,  
maximal zulässige Rechenzeit für die später nachladbaren  
Echtzeit-Zusatzfunktionen. So wird hierzu im Antriebsregler 1  
eine sogenannte Leerfunktion installiert. Diese Leerfunktion  
25 verbraucht die bei der Inbetriebnahme parametrierte, maximal  
zulässige Rechenzeit der Echtzeit-Zusatzfunktionen, ohne je-  
doch eine tatsächliche Funktion auszuüben. Beim Nachladen der  
Echtzeit-Zusatzfunktion in den zweiten Funktionsblock 9 wird  
diese Leerfunktion von der nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunk-  
30 tion überschrieben. Die Inbetriebnahme des Antriebsreglers 1  
mit dieser Leerfunktion stellt sicher, dass es nach dem Nach-  
laden der Echtzeit-Zusatzfunktion in den zweiten Funktions-  
block 9 nicht zu Rechenzeitproblemen kommt.

Mit der Laufzeitüberwachungs-Einrichtung 18 wird demnach die von der oder jeden nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktion benötigte Rechenzeit überwacht. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit Figuren 3 und 4 in größerem Detail erläutert.

5

So zeigt FIG 3 zwei vom Antriebsregler 1 abzuarbeitende Tasks 19, 20. Bei einer ersten Task 19 handelt es sich um eine Echtzeit-Grundfunktion, bei einer zweiten Task 20 um eine nachladbare Echtzeit-Zusatzfunktion. Die Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion wird zyklisch innerhalb eines vorgegebenen Takts aktiviert und abgearbeitet. Blöcke 21 visualisieren die von der Echtzeit-Grundfunktion während eines Zyklus verbrauchte Rechenzeit. Die Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion verfügt über eine höhere Priorität wie die Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion. So zeigt FIG 3, dass die Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion zu einem Zeitpunkt 22 innerhalb des ersten dargestellten Zyklus gestartet wird, zu welchem die Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion bereits abgearbeitet wurde. Sobald jedoch zu Beginn eines neuen Takts bzw. Zyklus die Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion wieder aktiviert wird, wird die Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion solange deaktiviert, bis die Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion innerhalb des zweiten Zyklus abgearbeitet werden konnte. Erst dann, wird die Echtzeit-Zusatzfunktion wieder aktiviert. Dies wird zyklisch sooft hintereinander ausgeführt, bis zu einem Zeitpunkt 23 die Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion beendet werden kann. Die Pfeile 24 in FIG 3 verdeutlichen die Unterbrechung der Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion durch die prioritätshöhere Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion.

30

Hieraus wird ersichtlich, dass zwischen einer Brutto-Rechenzeit und einer Netto-Rechenzeit der Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion zu unterscheiden ist. Bei der Brutto-Rechen-

zeit handelt es sich um die absolute Zeit, die zwischen den beiden Zeitpunkten 22 und 23, also zwischen dem Starten der Task 20 und dem Beenden derselben, vergangen ist. Wird von dieser absoluten Zeit zwischen dem Zeitpunkt 22 und dem Zeitpunkt 23 die Zeit abgezogen, zu welcher die Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion durch die prioritätshöhere Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion unterbrochen war, so ergibt sich hieraus die Netto-Rechenzeit der Task 20.

10 Zur exakten Messung der Netto-Rechenzeit und der Brutto-Rechenzeit der Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion umfasst die Laufzeitüberwachungs-Einrichtung 18 vorzugsweise mehrere Timer. Die nicht dargestellten Timer können durch Software-Interrupts und/oder Hardware-Interrupts gesteuert bzw. gestartet und gestoppt werden. Die Timer sind im Detail nicht dargestellt. Ein erster Timer wird beim zyklischen Aufruf einer nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktion durch einen entsprechenden Software-Interrupt zum Zeitpunkt 22 gestartet und am Ende der entsprechenden Task zum Zeitpunkt 23 ebenfalls durch einen Software-Interrupt gestoppt. Dieser erste Timer dient demnach der Ermittlung der Brutto-Rechenzeit der Task 20 der nachgeladenen Echtzeit-Zusatzfunktion.

Weiterhin ist ein zweiter Timer vorhanden, der zusätzlich durch entsprechende Interrupts der prioritätshöheren Task 19 einer Echtzeit-Grundfunktion des Antriebsreglers 1 gestoppt bzw. gestartet werden kann. So wird dieser zweite Timer dann gestoppt, wenn die prioritätshöhere Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion gestartet wird. Entsprechend wird der zweite Timer gestartet, wenn die prioritätshöhere Task 19 der Echtzeit-Grundfunktion beendet ist. So wird sichergestellt, dass der zweite Timer nur dann weiterzählt, wenn die zweite Task 20 der Echtzeit-Zusatzfunktion tatsächlich Rechenzeit ver-

braucht. FIG 4 verdeutlicht die von diesem zweiten Timer ermittelte Netto-Rechenzeit der Task 20 durch eine Kurve 25, wobei der Pfeil 26 den Zählerinhalt des zweiten Timers und damit die ermittelte Netto-Rechenzeit der nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktion visualisiert.

Die ermittelte Netto-Rechenzeit wird erfindungsgemäß mit der parametrisierten Referenzzeit, also der maximal zulässigen Rechenzeit für die nachladbare Echtzeit-Zusatzfunktion verglichen. Wenn diese Referenzzeit von der Netto-Rechenzeit überschritten wird, wird die nachladbare Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen und vom Antriebsregler 1 eine entsprechende Fehlermeldung generiert. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Funktionalität der Echtzeit-Grundfunktionen durch die Einbindung der nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen während des Betriebs des Antriebsreglers und während der Ausführung der Echtzeit-Grundfunktionen nicht beeinträchtigt wird. Ebenso kann die ermittelte Brutto-Rechenzeit der nachgeladenen Echtzeit-Zusatzfunktion mit einem Referenzwert für die Brutto-Laufzeit verglichen werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine nachzuladende Echtzeit-Zusatzfunktion sicher abgearbeitet werden kann.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung 27 vorhanden.

Die Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung 27 stellt sicher, dass in den zweiten Funktionsblock 9 nachgeladene Echtzeit-Zusatzfunktionen nicht auf Speicheradressen oder Speicherbereiche zugreifen, die für die im Funktionsblock 8 festinstallierten Echtzeit-Grundfunktionen reserviert sind. Fehlerhafte Speicherzugriffe einer während des Betriebs des Antriebsreglers 1 und damit während des Ausführens der Echt-

zeit-Grundfunktionen nachgeladenen Echtzeit-Zusatzfunktion werden hierdurch vermieden. Die Speicherüberwachungs-Einrichtung 27 überwacht hierzu alle Speicheradressen auf die von der nachgeladenen Echtzeit-Zusatzfunktion zugegriffen wird. Stimmen diese Speicheradressen nicht mit vorgegebenen Referenzspeicheradressen überein, die für die Echtzeit-Zusatzfunktionen reserviert sind, so wird die nachgeladene Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen und vom Antriebsregler 1 eine entsprechende Fehlermeldung generiert.

10

Bei der Inbetriebnahme des Antriebsreglers 1 wird für die nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen ein separater Speicherbereich reserviert. Nur auf diesen separaten Speicherbereich können die während des Betriebs des Antriebsreglers 1 nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen zugreifen. Um dennoch eine Kommunikation zwischen den Echtzeit-Grundfunktionen und der nachgeladenen Echtzeit-Zusatzfunktion zu ermöglichen, legen die Echtzeit-Grundfunktionen in diesem fest definierten Speicherbereich Kopien ihrer internen Variablen ab. Sollte eine nachgeladene Echtzeit-Zusatzfunktion eine Variable einer Echtzeit-Grundfunktion in unzulässiger Weise manipulieren, so erfolgt dies lediglich bei den Kopien der Variablen der Echtzeit-Grundfunktionen, die in dem fest definierten Speicherbereich abgelegt sind. Die eigentlichen Variablen der Echtzeit-Grundfunktionen, die über für die Echtzeit-Zusatzfunktionen nicht zulässige Speicheradressen adressiert werden, bleiben dann unverändert. Für den Fall, für den also eine Echtzeit-Zusatzfunktion fehlerhaft sein sollte, wird auf Grundlage der Struktur des erfindungsgemäßen Antriebsreglers 1 die Funktion der Echtzeit-Grundfunktionen nicht negativ beeinträchtigt.

30

Mit anderen Worten ausgedrückt, verwaltet die Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung 27 demnach zwei definierte

Speicherbereiche. Ein erster definierter Speicherbereich ist lediglich für die Echtzeit-Grundfunktionen des ersten Funktionsblocks 8 zugänglich. Ein zweiter Speicherbereich ist von den Echtzeit-Grundfunktionen und zusätzlich von den nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen des zweiten Funktionsblocks 9 adressierbar. In diesem zweiten Speicherbereich sind Kopien der Variablen der Echtzeit-Grundfunktionen abgelegt.

Weiterhin ist bei dem erfindungsgemäßen Antriebsregler 1 ein Datenaustausch zwischen festinstallierten, maschinenunabhängigen Funktionen, wie zum Beispiel den Echtzeit-Grundfunktionen des ersten Funktionsblock 8 und den maschinenunabhängigen Diagnosefunktionen des dritten Funktionsblocks 10, und den nachladbaren, maschinenspezifischen Echtzeit-Zusatzfunktionen des zweiten Funktionsblock 9 über sogenannte Binektor/Konnektor-Verbindungen realisiert. So zeigt FIG 2 mehrere Binektor/Konnektor-Verbindungen 28. Jede dieser Binektor/Konnektor-Verbindungen besteht aus einer Signalquelle 29 und einer entsprechenden Signalsenke 30. So sind, abhängig von der Richtung des Datenflusses, entweder dem zweiten Funktionsblock 9 für die nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktionen oder den Funktionsblöcken 8 bzw. 10 für die festinstallierten Funktionen des Antriebsreglers 1 Signalquellen 29 oder Signalsenken 30 zugeordnet.

25

Aus Sicherheitsgründen sind für derartige Binektor/Konnektor-Verbindungen 28 beim Nachladen einer Echtzeit-Zusatzfunktion Beschränkungen installiert. So dürfen zum Beispiel beim Nachladen einer Echtzeit-Zusatzfunktion keine Binektor/Konnektor-Verbindungen aufgetrennt werden, die bei der Installation des Antriebsreglers 1 eingerichtet worden sind. Anderenfalls könnte durch eine fehlerhafte, nachzuladende Echtzeit-Zusatzfunktion die Funktionalität der parallel ablaufenden Echt-

zeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1 beeinträchtigt werden. Weiterhin dürfen von der nachladbaren Echtzeit-Zusatzfunktion keine Signale in die parallel ablaufenden Echtzeit-Grundfunktion eingespeist werden. Auch hierdurch würde  
5 Einfluss auf die Funktionalität der Echtzeit-Grundfunktion genommen. Diese Beschränkung ist in FIG 2 dadurch visualisiert, dass eine Binektor/Konnektor-Verbindung 31, die eine solche additive Überlagerung darstellen würde, durchgestrichen ist.

10

Mithilfe des erfindungsgemäßen Antriebsreglers 1 können demnach im Gegensatz zum Stand der Technik während des Betriebs des Antriebsreglers 1, insbesondere während der Ausführung von Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1, maschi-  
15 nenspezifische bzw. kundenspezifische Echtzeit-Zusatzfunktionen nachgeladen werden. Durch die Nutzung der Laufzeitüberwachungs-Einrichtung 18 und der Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrichtung 27 wird eine Beeinflussung der festinstallierten Echtzeit-Grundfunktionen des Antriebsreglers 1  
20 beim Nachladen möglicher Echtzeit-Zusatzfunktionen ausgeschlossen.

25

Die Echtzeit-Zusatzfunktionen sind sowohl über eine Busverbindung 3 von einer übergeordneten Automatisierungseinrichtung 4 als auch über eine Internetverbindung 5 bzw. 7 von einer weiteren Automatisierungseinrichtung 6 ladbar. Erfindungsgemäß sind die nachladbaren Zusatzfunktionen von den festinstallierten Basisfunktionen bzw. Grundfunktionen des Antriebsreglers entkoppelt. Da lediglich temporär benötigte  
30 Zusatzfunktionen vom Antriebsregler 1 bedarfsweise nachgeladen werden und auch bereits geladene, nicht mehr benötigte Zusatzfunktionen überschrieben werden, können für den Antriebsregler 1 Hardware-Ressourcen, zum Beispiel Speicher-



platz, eingespart werden. Mithilfe der Erfindung kann ein Antriebsregler bereitgestellt werden, in den einerseits lediglich maschinenunabhängige und kundenunspezifische Grundfunktionen und ggf. Diagnosefunktionen integriert sind und in den  
5 andererseits maschinenspezifischen und kundenspezifischen Zusatzfunktionen im Bedarfsfall nachgeladen werden, ohne dass der Betrieb des Antriebsreglers 1 bzw. seiner Grundfunktionen unterbrochen werden müsste. Dies eröffnet vielfältige Möglichkeiten für die Integration maschinenspezifischer Diagnosefunktionen, Wartungsfunktionen oder sonstiger Updates für  
10 den Antriebsregler 1.

## Patentansprüche

1. Regler, insbesondere Antriebsregler, mit einem ersten Funktionsblock (8) für mindestens eine festinstallierte Reglerfunktion und mit einem zweiten Funktionsblock (9) für mindestens eine nachladbare Reglerfunktion, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der zweite Funktionsblock (9) während des Betriebs des Reglers mit einer Echtzeitfunktion nachladbar und/oder überladbar ist.

10

2. Regler nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s im ersten Funktionsblock (8) mehrere Echtzeit-Grundfunktionen des Reglers (1) und im zweiten Funktionsblock (9) mindestens eine Echtzeit-Zusatzfunktion des Reglers (1) gespeichert und/oder speicherbar sind, und dass während des Betriebs bzw. der Ausführung der oder jeder Echtzeit-Grundfunktion ohne Unterbrechung derselben die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion in den zweiten Funktionsblock (9) nachladbar und/oder überladbar sowie startbar bzw. ausführbar ist.

20

3. Regler nach Anspruch 1 oder 2,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Busverbindung (3), wobei über die Busverbindung (3) die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion von einer übergeordneten Automatisierungseinrichtung (4) ladbar ist.

25

4. Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Echtzeit-Zusatzfunktion über eine Internetverbindung (5; 7) ladbar ist.

30

5. Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine  
Einrichtung zur Laufzeitüberwachung (18).

5 6. Regler nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
d a s s die Laufzeitüberwachungs-Einrichtung (18) die  
von der oder jeden Echtzeit-Zusatzfunktion benötigte Rechen-  
zeit ermittelt, und dass dann, wenn die benötigte Rechenzeit  
10 eine vorgegebene Referenzzeit überschreitet, die oder jede  
Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

7. Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine  
15 Einrichtung zur Speicherplatzzugriffsüberwachung (27).

8. Regler nach Anspruch 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
d a s s die Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrich-  
20 tung (27) Speicheradressen überwacht, auf die von der oder  
jeden Echtzeit-Zusatzfunktion zugegriffen wird, und dass  
dann, wenn diese Speicheradressen nicht vorgegebenen Referenzspeicheradressen entsprechen, die für die Echtzeit-  
Zusatzfunktionen reserviert sind, die oder jede Echtzeit-  
25 Zusatzfunktion abgebrochen wird.

9. Regler nach Anspruch 7 oder 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
d a s s die Speicherplatzzugriffsüberwachungs-Einrich-  
30 tung (27) einen Speicherbereich verwaltet, auf die sowohl die  
Echtzeit-Grundfunktionen als auch die oder jede Echtzeit-  
Zusatzfunktion Zugriffsrechte besitzen, und dass in diesem

Speicherbereich Kopien von Variablen der Echtzeit-Grundfunktionen abgelegt sind.

10. Verfahren zum Betreiben eines Reglers, insbesondere eines  
5 Antriebsregler, wobei zum Regeln einer zu regelnden Einrichtung, insbesondere eines Antriebs (2), mindestens eine festinstallierte Reglerfunktion ausgeführt wird, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
d a s s während des Betriebs des Reglers (1) und damit  
10 des Ausführens der oder jeden festinstallierte Reglerfunktion zusätzliche Echtzeitfunktionen nachgeladen und/oder überladen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
d a s s zum Regeln insbesondere des Antriebs (2) mehrere Echtzeit-Grundfunktionen des Reglers (1) ausgeführt werden, und dass während des Betriebs bzw. der Ausführung der oder jeder Echtzeit-Grundfunktion ohne Unterbrechung derselben  
20 mindestens eine Echtzeit-Zusatzfunktion nachgeladen und/oder überladen sowie gestartet bzw. ausgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 d a s s die von der oder jeden Echtzeit-Zusatzfunktion benötigte Rechenzeit ermittelt wird, und dass dann, wenn die benötigte Rechenzeit eine vorgegebene Referenzzeit überschreitet, die oder jede Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

30

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -

n e t, d a s s die Speicheradressen überwacht werden,  
auf die von der oder jeden Echtzeit-Zusatzfunktion zugegrif-  
fen wird, und dass dann, wenn diese Speicheradressen nicht  
vorgegebenen Referenzspeicheradressen entsprechen, die für  
5 die Echtzeit-Zusatzfunktionen reserviert sind, die oder jede  
Echtzeit-Zusatzfunktion abgebrochen wird.

## Zusammenfassung

## Regler und Verfahren zum Betreiben eines Reglers

5 Die Erfindung betrifft einen Regler, insbesondere einen An-  
triebsregler, der über einen ersten Funktionsblock (8) für  
mindestens eine festinstallierte Reglerfunktion und über ei-  
nen zweiten Funktionsblock (9) für mindestens eine nachladba-  
re Reglerfunktion verfügt. Erfindungsgemäß ist der zweite  
10 Funktionsblock (9) während des Betriebs des Reglers nachlad-  
bar und/oder überladbar sowie startbar bzw. ausführbar, ohne  
die Funktion des Reglers zu beeinflussen. Hierdurch ist es  
möglich, während des Betriebs des Reglers (1) und damit ohne  
Unterbrechung der Regelung eine nur temporär benötigte Zu-  
15 satzfunktion im Bedarfsfall zu laden oder eine bereits gela-  
dene, nur temporär benötigte Zusatzfunktion durch eine andere  
temporär benötigte Zusatzfunktion zu überladen oder zu über-  
schreiben.

20 FIG 1









